

К. Г. Пащенко, Ю. Ф. Бахматов, А. А. Кальченко, В. В. Рузанов
ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»,
г. Магнитогорск
mgtu@mgtu.ru

КИНЕМАТИКА ПРОВОЛОКИ В ПРОЦЕССЕ БЕСФИЛЬЕРНОГО ВОЛОЧЕНИЯ РАСТЯЖЕНИЕМ-ИЗГИБОМ НА КОНИЧЕСКИХ РОЛИКАХ

Для исследования процесса бесфиллерного волочения авторами создана экспериментальная установка с кинематически заданной вытяжкой. На установке смоделированы и исследованы различные параметры процесса волочения катанки.

Ключевые слова: пластичность, твердость, временное сопротивление разрыву, бесфиллерное волочение, волочильный стан, волока, проволока, катанка, удаление окалины, ультразвук, обжата, вытяжки.

To study the process of drawing without die plates the authors developed the experimental facility with kinematically preset drawing out. The facility modeled and investigated various parameters of the process of drawing wire rod.

Keywords: ductility, hardness, tensile strength, drawing without die plates, drawing mill, die plates, wire, rod, descaling, ultrasound, compression, drawing out.

Процесс бесфиллерного волочения позволяет вести обработку катанки без удаления окалины, т. е. создать совмещенный процесс удаления окалины и волочения [1, 2]. Для исследования процесса бесфиллерного волочения создана экспериментальная установка с кинематически заданной вытяжкой и приложением ультразвука [3, 9, 10].

Предварительные исследования [2] показали необходимость перехода от цилиндрических к конусообразным роликам. При намотке проволоки на свободно вращающийся конус образуется соскальзывающая с конуса петля (рис. 1), поверхность которой входит в контакт с торцевой плоскостью цилиндра волновода генератора ультразвука. Кривизна линии проволоки растет с натяжением последней, а сама проволока прижимается к поверхности конуса с удельной к длине силой $\frac{dP}{dL}$, пропорциональной своей кривизне $\frac{1}{R}$ и силе натяжения P , которая, в свою очередь, пропорциональна выражению $e^{f\varphi}$, где f – коэффициент трения, φ – угол охвата. Таким образом, $\frac{dP}{dL} = \frac{F}{R}$.

Проволока постепенно скручивается вокруг своей оси за счет сил трения, поверхность металла испытывает сдвиговую деформацию. Катанка скручивается-раскручивается моментом M на угол до 25° на коротком участке (на длине одного витка). Скручивание происходит за счет сил трения при соскальзывании катанки с конуса и за счет того, что проволоке выгоднее продолжать искривляться в направлении, где уже происходил изгиб, но, в отличие от намотки на цилиндр, намотка на конус изгибает катанку в разных направлениях. При размотке с конуса катанка не только распрямляется, но и раскручивается (скручивается в обратном направлении) на коротком участке.

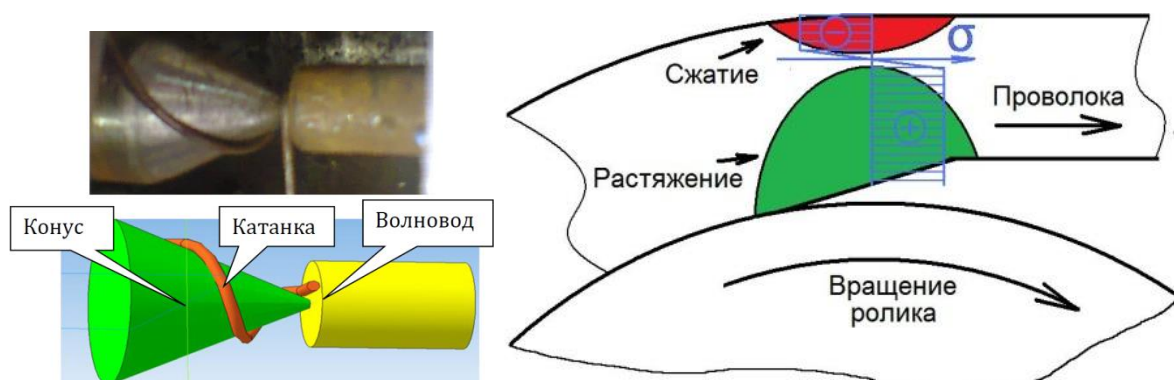


Рис. 1. Схема и фотография траектории движения катанки (проволоки) в инструменте, а также схема области схода катанки с ролика

Механизм осевого скручивания проволоки можно объяснить с помощью схемы на рис. 2. Если сделать допущения: проволока не сопротивляется изгибу и скользит по конусу без трения, имеет малый диаметр, то петля катанки при разворачивании вместе с поверхностью конуса преобразится в прямую. На рис. 2, а показана прямая линия, пересекающая сектор развертки конуса.

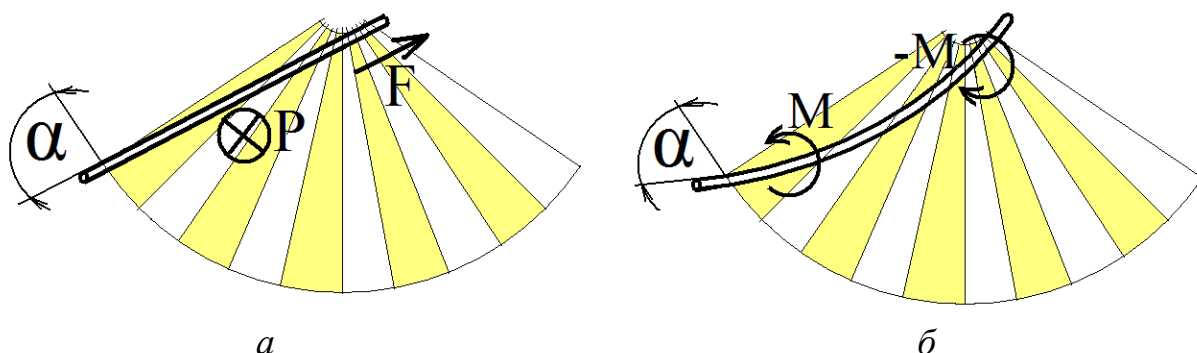


Рис. 2. Механизм осевого скручивания проволоки на конусном ролике

Для создания хотя бы одного витка на конусе необходимо касательной к окружности вершины конуса пересечь весь сектор. То есть для создания одного полного витка спирали необходимо получить конус с уг-

лом образующей менее 45° . На самом деле проволока на фоне развертки выглядит как незначительно изогнутая дуга (рис. 2, б), это обстоятельство уменьшает угол захода α проволоки на конус.

Для получения установившегося движения катанки по конусу необходимо создать условия для соскальзывания петли по конусу. Одним условием для соскальзывания петли с конуса является превосходство напряжения натяжения катанки над сопротивлением катанки изгибу и скручиванию. Другое условие зависит от сил трения и угла наклона образующей конуса, большие силы и малый угол наклона образующей конуса могут не позволить скользить катанке по поверхности конуса. Использование в технологической операции ультразвуковой энергии позволяет управлять режимом трения без использования специальных смазок.

Использование конусных роликов позволяет существенно уменьшить деформацию при заходе изделия на ролик: и локализовать основные пластические деформации в одном месте, в области схода (рис. 1), куда вводится основной поток энергии ультразвукового генератора.

Исследования позволили построить аналитическую модель для ресурса пластичности [2], усталостной прочности для проволоки при знакопеременных нагрузках изгиба-растяжения. Такая модель актуальна для решения задач механики сплошных сред при прогнозировании работоспособности алмазно-канатного инструмента [5–8].

Список литературы

1. *Бахматов Ю. Ф.* Конструирование совмещенных процессов в метизном производстве / Ю. Ф. Бахматов, Е. П. Носков, Э. М. Голубчик // Магнитогорск. гос. горно-металлург. академия им. Г.И. Носова, Южно-Уральское отд-е Рос. инженерн. академии. М., 1994. 92 с.
2. *Пащенко К. Г.* Влияние пластического растяжения – изгиба в совмещенном процессе удаления окалины – волочения на свойства проволоки / К. Г. Пащенко, Ю. Ф. Бахматов, Э. М. Голубчик // Сталь. 2011. № 3. С. 47–50.
3. *Бахматов Ю. Ф., Пащенко К. Г.* Устройство для волочения проволоки. Патент на полезную модель RUS 122920 12.07.2012.
4. *Харитонов В. А.* Обработка проволоки растяжением / В. А. Харитонов, А. Б. Иванцов, Т. А. Лаптева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 162 с.
5. *Першин Г. Д.* Анализ влияния режимов работы канатных пил на себестоимость отделения монолитов камня от породного массива / Г. Д. Першин, М. С. Уляков // Физ.-тех. проблемы разработки полезных ископаемых. 2014. № 2. С. 125–135.
6. *Уляков М. С.* Обоснование комбинированного способа подготовки к выемке блочного высокопрочного камня : автореф. дис. ... канд. техн. наук / М. С. Уляков. Магнитогорск, 2013.

7. *Першин Г. Д.* Features of diamond-wire saws application for rock overburden removal at marble quarry construction / Г. Д. Першин, Н. Г. Караулов, М. С. Уляков, В. Н. Шаров // Сб. науч. трудов Sworld. Вып. 3. Т. 14. Одесса: КУПРИЕНКО, 2013. С. 39–42.
8. *Першин Г. Д.* The research of high-strength dimension stone mining technological schemes in Russia and abroad / Г. Д. Першин, Н. Г. Караулов, М. С. Уляков // Сб. науч. трудов Sworld. Вып. 2. Т. 11. Одесса: КУПРИЕНКО, 2013. С. 64–73.
9. *Бахматов Ю. Ф.* Технологические основы пластической обработки катанки в совмещенном процессе бесфильтрного волочения с ультразвуком / Ю. Ф. Бахматов, К. Г. Пащенко // Сталь. 2014. № 8. С. 80–82.
10. *Бахматов Ю. Ф.* Совмещенный процесс бесфильтрного волочения и очистки поверхности катанки / Ю. Ф. Бахматов, К. Г. Пащенко, А. А. Кальченко, А. С. Белов, Н. Ш. Тютеряков // Metallurg. 2014. № 4. С. 88–91.